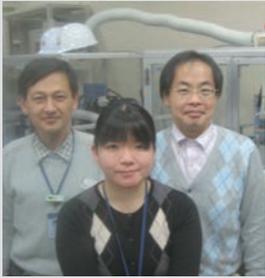


## 新しい有機半導体単結晶薄膜の製造技術

### 印刷製造した薄膜トランジスタの世界最高性能を実現



#### 長谷川 達生

はせがわ たつお (右)  
t-hasegawa@aist.go.jp  
フレキシブルエレクトロニクス  
研究センター  
副研究センター長  
(つくばセンター)

有機半導体を用いた、薄い・軽い・耐衝撃性といった特徴を持つフレキシブルデバイスの研究開発に取り組んでいます。

#### 山田 寿一

やまだ としかず (左)  
toshi.yamada@aist.go.jp  
主任研究員  
(つくばセンター)

有機トランジスタのキャリア注入高効率化技術の開発と、このための簡易電極製造プロセス確立に取り組んでいます。

#### 峯廻 洋美

みねまわり ひろみ (中央)  
minemawari-rom@aist.go.jp  
産総研特別研究員  
(つくばセンター)

印刷法により電子デバイスを製造するプリントドエレクトロニクスの確立に向け、有機半導体の特長を活かした革新印刷プロセス技術の開発に取り組んでいます。

#### 関連情報：

##### ● 参考文献

H. Minemawari *et al.*: *Nature*, 475, 364-367 (2011).

##### ● プレス発表

2011年7月14日「新しいインクジェット印刷法による有機半導体単結晶薄膜の製造技術」

●この研究開発は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「産業技術研究助成事業」の支援を受けて行っています。

#### 印刷による電子デバイス製造の課題

文字や写真などの画像を紙の上に再現する印刷技術は、シート上にマイクロメートルレベルの微細電子回路を描画形成する電子デバイス製造に応用できる技術として注目されています。このようなプリンタブルエレクトロニクス技術の実現には、薄型ディスプレイなどの大面積電子機器に必須である薄膜トランジスタを印刷法で作製することが必要です。半導体は原子や分子が規則正しく配列することで初めてその性能を発揮しますが、シート上に印刷法で塗布したマイクロ液滴から均質性の高い半導体層をいかに形成するかが、プリンタブルエレクトロニクス技術の成否を握る主要な課題となっていました。

#### ダブルショットインクジェット印刷法

今回、有機半導体を溶解させたインクと有機半導体の結晶化を促すインクをマイクロ液滴として交互に印刷する新手法 (ダブルショットインクジェット印刷法) を開発し、分子レベルで平坦な有機半導体の単結晶薄膜の作製に成功しました (図1)。

有機半導体ジオクチルベンゾチエノベンゾチオフェンを含む半導体インクと結晶化インクの2種類のインクを用い、2基のインクジェットヘッドから塗布します。まず1基目のインクジェットヘッドから結晶化インクを塗布し、続いて2基目のヘッドから半導体インクを結晶化インク上に重ねて塗布してシート上にマイクロな混合液滴 (体積は液滴全体で約3ナノリットル)

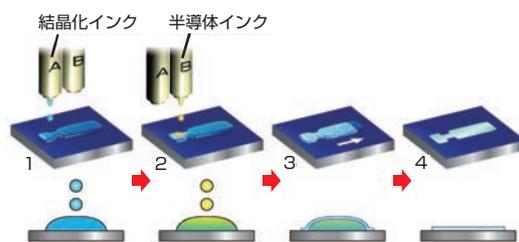


図1 ダブルショットインクジェット印刷法による半導体単結晶薄膜形成の概念図

を形成しました。混合液滴の内部では有機半導体は直ちに過飽和状態になり、液滴表面で緩やかに半導体結晶の成長が始まります。最終的には半導体結晶が液滴表面全体を覆います。得られた薄膜は、膜厚が条件により30~100 nmで均質性は極めて高く、表面は分子レベルで平坦です。さらに、シート上にあらかじめ親水/疎水表面処理を施して塗布した液滴の形状を制御することにより、半導体結晶の成長方向を制御できることがわかりました。こうした結晶薄膜を得るための加工温度は、最高でも30℃程度で、ほぼ室温領域で作成できるという特徴を備えています。このように2種類のインクを用いて半導体の結晶成長と溶剤の蒸発を別々に行うことで、これまでの印刷法では困難であった膜厚均質性の高い半導体薄膜を任意の位置に再現性よく作製できました (図2)。

#### 今後の予定

これからは、印刷条件・半導体材料・デバイス構造を一層最適化し、性能と安定性の向上を図ります。

また、液晶ディスプレイにおいて液晶素子の表示を制御する駆動回路からなるパネルをバックプレーンと言いますが、今後は金属配線、電極などの印刷法による作製技術と組み合わせ、全印刷プロセスによる高性能アクティブバックプレーン (電圧を加えない状態でもオン状態やオフ状態を保つことのできるバックプレーン) の試作に取り組めます。

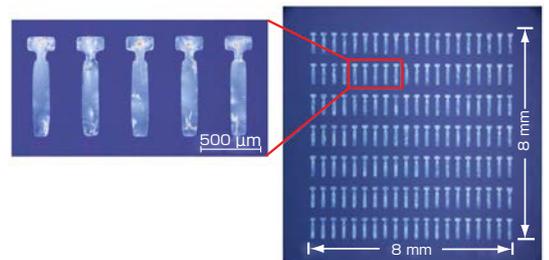


図2 新しいインクジェット印刷法で各位置に形成した有機半導体単結晶薄膜